

Detachment als Auslöser des diffusen känozoischen Vulkanismus auf den neuseeländischen Mikrokontinent Zealandia: Ein neues Modell zur Ursache von Intraplattenvulkanismus

Hoernle, K.¹; Werner, R.²; van den Bogaard, P.¹; Hauff, F.¹; White J.³,
Mortimer, N.⁴; Timm, C.¹

¹ IFM-GEOMAR, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

² Tethys Geoconsulting GmbH, Wischhofstr. 1-3, 24148 Kiel

³ Geology Department, University of Otago, PO Box 56, Dunedin 9015, NZ

⁴ Institute of Geological and Nuclear Sciences, PO Box 31-312, Lower Hut, NZ

Seit Akzeptanz der Plattentektonik wurde Intraplattenvulkanismus (ausser bei beginnenden kontinentalen Rifting wie am ostafrikanischen Grabenbruch) generell auf die Aktivität von aus dem unteren Mantel aufsteigenden, weitgehend ortstabilen Mantelplumes zurückgeführt (z.B. Wilson 1963, Morgan 1971). In den letzten Jahren wird allerdings zunehmend kontrovers diskutiert, ob Mantelplumes wirklich die alleinige Quelle von Intraplattenvulkanismus sind bzw. ob diese überhaupt existieren ("Great Plume Debate", z.B. <http://www.mantleplumes.org>). Eines der stärksten Argumente für die Existenz relativ ortstabiler Mantelplumes unter den sich bewegenden Lithosphärenplatten ist die Altersprogression entlang von Vulkanketten bzw. Hotspotsuren, d.h. das in Richtung der Plattenbewegung zunehmende Alter der Vulkanzentren, wie sie für viele Hotspotsuren erwiesen ist (z.B. Hawaii, Reunion, Osterinsel). Allerdings scheinen neue ⁴⁰Ar/³⁹Ar-Datierungen an einigen Inselketten im Pazifik (z.B. südliche Australinsel) alternative Modelle zu erfordern. Auch die Christmas Island Seamount Provinz, die sich im Süden von Java und Sumatra über mehr als 1.500 km quer zur Plattenbewegungsrichtung erstreckt und auf der Ausfahrt SO193 CHRISP (2008) untersucht werden soll, ist ein Beispiel für eine Intraplattenvulkanprovinz die nicht allein mit der klassischen Plumetheorie erklärt werden kann. Daher wird heute z.B. zunehmend argumentiert, dass Intraplatten- bzw. Hotspotvulkanismus eher durch Prozesse im oberen Mantel verursacht wird als durch Mantelplumes mit tiefen Wurzeln.

Ein besonders typisches Beispiel für ungeklärten, diffusen Intraplattenvulkanismus ist die vulkanische Aktivität während des Känozoikums auf dem neuseeländischen Mikrokontinent Zealandia. Auf den Sonne-Ausfahrten SO168 ZEALANDIA und SO169 CAMP (K. Gohl, AWI) sowie auf mehreren Landexpeditionen wurden die känozoischen Vulkanzentren sowohl auf dem submarinen (ca. 90%) als auch auf dem subaerischen Teil (ca. 10%) von Zealandia erstmals flächendeckend beprobt (Abb. 1). Ziel dieser umfassenden Probennahme und der anschließenden vulkanologischen, geochemischen und geochronologischen Analytik war es, die Magmenquellen, die Petrogenese und die zeitlich-räumliche Entwicklung dieses diffusen Intraplattenvulkanismus auf Zealandia zu rekonstruieren und darauf basierend ein Modell für die Entstehung des Intraplattenvulkanismus zu entwickeln.

Die känozoischen Vulkanzentren Zealandias umfassen ein weites Spektrum von Vulkanbauten, das von kleinen, wahrscheinlich monogenetischen Eruptionszentren und Vulkanfeldern bis zu sehr großen, während mehrerer Eruptionsepisoden entstandener Schildvulkane (wie z.B. die Halbinseln Banks und Dunedin) reicht. In ihrer Zusammensetzung variieren die Vulkanite von Quarztholeiiten bis hin zu Nepheliniten (einschliesslich ihrer Differentiate). ⁴⁰Ar/³⁹Ar-Altersdatierungen an insgesamt 71 känozoischen Vulkaniten zeigen, dass der Vulkanismus nahezu kontinuierlich während des gesamten Känozoikums anhielt (Abb. 2a) und dass

keinerlei Korrelationen zwischen dem Alter, der Lage, dem Typ oder der Zusammensetzungen der Vulkane existieren (Abb. 2b). Das Fehlen jeglicher Altersprogression spricht deutlich gegen einen Plume-Ursprung dieses Vulkanismus. Obwohl im Bereich von Zealandia in einigen Episoden der vulkanischen Aktivität lokale Extension auftrat, kann der känozoische Vulkanismus auch nicht allein auf Extension zurückgeführt werden, da der Grad der Extension nicht mit dem Volumen und der Zusammensetzung der Eruptiva übereinstimmt.

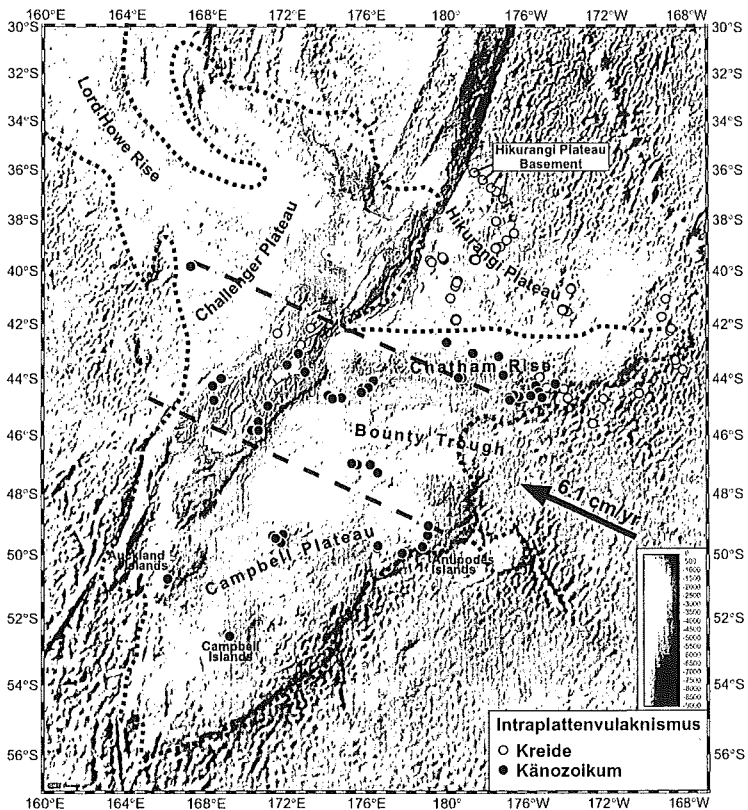


Abb. 1.: Übersichtskarte über den neuseeländischen Mikrokontinent Zealandia (durch gepunktete Linie markiert) mit den Probenahmelokaltäten der Ausfahrten SO168 und SO169 sowie verschiedener Landexpeditionen. Die gestrichelten Linien zeigen die Ausrichtung der in Abb. 2b gezeigten Profile.

Die känozoischen Vulkanite Zealandias können in eine relativ Silizium-arme Gruppe (vorwiegend Basanite) und in eine Silizium-reichere Gruppe (Alkalibasalte, Tholeiite und ihre Differentiate) unterteilt werden. Ihre Haupt- und Spurenelementzusammensetzung zeigt, dass die Alkalibasalte und Tholeiite Zealandias bei höheren Schmelzgraden und in flacheren Tiefen entstanden als die Basanite und dass alle Schmelzen aus Ozeaninselbasalt (OIB)-artigen Quellen stammen. Die Sr-Nd-Pb-Isotopensignaturen dieser Vulkanite belegen, dass die

Basanite aus HIMU-artigen Quellen (HIMU = hohes $^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ -Verhältnis) stammen, während die Alkalibasalte und Tholeiite auf eine angereichertere Mantelquelle (vom EM-Typ) zurückzuführen sind. Dies spiegelt die Interaktion mit bzw. der Herkunft aus einer Lithosphäre wider, die durch Subduktion modifiziert wurde, als sich Zealandia vor ca. > 85 Mill. Jahren am Rand von Gondwana befand.

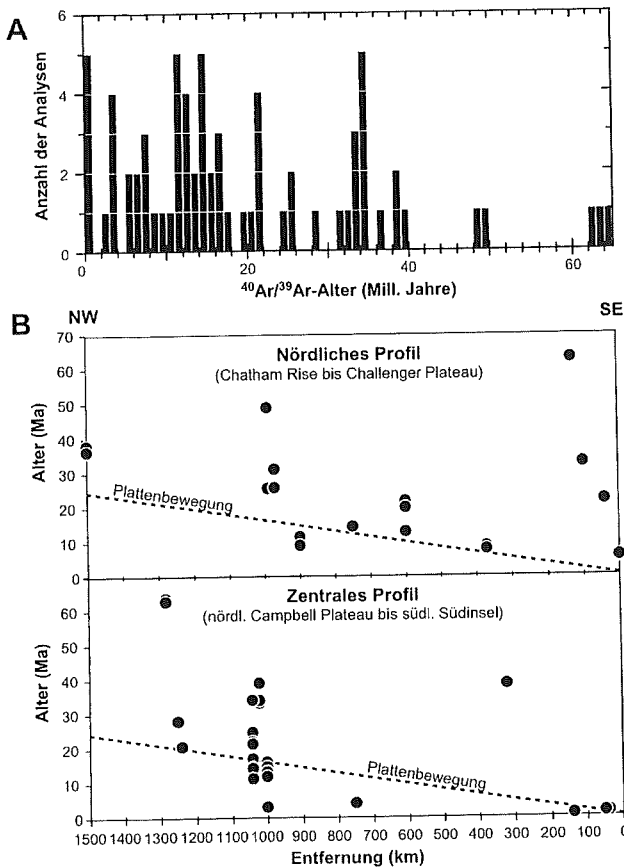


Abb 2.: (A) Das Histogramm zeigt, dass sich während des Känozoikums nahezu kontinuierlich Vulkanismus auf Zealandia ereignete. Die relativ wenigen Analysen bzw. Proben aus dem Zeitraum zwischen 40 und 65 Ma sind vermutlich darauf zurückzuführen, dass insbesondere die kleineren der älteren Vulkane teilweise erodiert bzw. zusedimentiert sind. (B) Alter der Intraplattenvulkanite versus der Lage der Vulkane (projiziert auf die in Abb. 1 dargestellten, parallel zur Plattenbewegungsrichtung verlaufenden Profilinien). Die Diagramme verdeutlichen das Fehlen jeglicher Altersprogression des Vulkanismus im Bereich von Zealandia.

